



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000243733 A**(43) Date of publication of application: **08.09.00**

(51) Int. Cl.

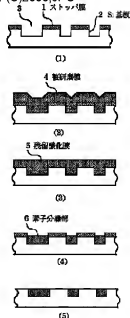
H01L 21/304
H01L 21/762
(21) Application number: **11046064**(71) Applicant: **HITACHI CHEM CO LTD**(22) Date of filing: **24.02.99**
 (72) Inventor: **ASHIZAWA TORANOSUKE**
HIRAI KEIZO
AKAHORI SATOHIKO
KURATA YASUSHI
OTSUKI HIROTO
(54) **ELEMENT ISOLATION FORMING METHOD**

COPYRIGHT: (C)2000 JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form an element isolation in a semiconductor substrate, even though an etchback process is not provided.

SOLUTION: This element isolation forming method consists of the steps, wherein a stopper film 1 is formed on the upper surface of a semiconductor substrate 2, the film 1 and the substrate 2 are patterned to form isolation grooves 3, then an insulating film having steps is formed on the film 1 and the grooves 3 and in a first process continued to the formation of the insulating film, the steps of the insulating film are flattened into a step lower than $0.2\ \mu\text{m}$ using a first polishing agent and in a second process, and the insulating film on the film 1 is removed by using a second polishing agent on an etching agent.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-243733

(P2000-243733A)

(43) 公開日 平成12年9月8日 (2000.9.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データベース [*] (参考)
H 0 1 L	21/304	H 0 1 L	21/304
21/762	6 2 2	21/76	6 2 2 X
			5 F 0 3 2
			D

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-46064

(22) 出願日 平成11年2月24日 (1999.2.24)

(71) 出願人 000004455

日立化成工業株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72) 発明者 芦沢 寅之助

茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化
成工業株式会社茨城研究所内

(72) 発明者 平井 圭三

茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化
成工業株式会社茨城研究所内

(74) 代理人 100086494

弁理士 穂高 哲夫

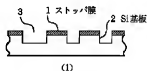
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 素子分離形成方法

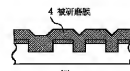
(57) 【要約】

【課題】 エッチバック工程を設けなくても半導体基板に素子分離を形成することができる素子分離形成方法を提供する。

【解決手段】 半導体基板上面にストッパ膜を形成し、該ストッパ膜及び該半導体基板をパターンニングして分離溝を形成し、次いで、該ストッパ膜及び分離溝上に段差のある絶縁膜を形成し、続く第一の工程で第一の研磨剤を用いて絶縁膜の段差を0.2 μm 以下に平坦化し、第二の工程で第二の研磨剤またはエッチング剤を用いてストッパ膜上の絶縁膜を除去する素子分離形成方法。



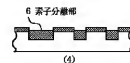
(1)



(2)



(3)



(4)



(5)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上面にストッパ膜を形成し、該ストッパ膜及び該半導体基板をパターンニングして分離溝を形成し、次いで、該ストッパ膜及び分離溝上に段差のある絶縁膜を形成し、続く第一の工程で第一の研磨剤を用いて絶縁膜の段差を0.2 μm 以下に平坦化し、第二の工程で第二の研磨剤またはエッチング剤を用いてストッパ膜上の絶縁膜を除去することを特徴とする素子分離形成方法。

【請求項2】 第一の工程で段差を0.1 μm 以下に平坦化する請求項1記載の素子分離形成方法。

【請求項3】 第一の工程でストッパ膜上の絶縁膜厚さを50nm以上にする請求項1又は2記載の素子分離形成方法。

【請求項4】 酸化セリウム、水、分散剤、陰イオン性界面活性剤を含み、pH及び粘度が四角形A₁：

5. 1. 0mPa・s) - B₁ (5. 5. 2. 5mPa・s) - C₁ (9. 0. 2. 5mPa・s) - D₁ (8. 5. 1. 0mPa・s) で囲まれる範囲にある第一の研磨剤を第一の工程で用いる請求項1～3何れか記載の素子分離形成方法。

【請求項5】 第二の工程で研磨速度の比(絶縁膜研磨速度/ストッパ膜研磨速度)が5以上の研磨剤を用いてストッパ膜上の絶縁膜を除去する請求項1～4何れか記載の素子分離形成方法。

【請求項6】 酸化セリウム、水、分散剤、陰イオン性界面活性剤を含み、pH及び粘度が四角形A₂：

5. 5. 0. 9mPa・s) - B₂ (5. 5. 3. 0mPa・s) - C₂ (10. 0. 3. 0mPa・s) - D₂ (9. 0. 0. 9mPa・s) で囲まれる範囲にある第二の研磨剤を用いる請求項5記載の素子分離形成方法。

【請求項7】 第二の研磨剤の粘度 η_2 と第一の研磨剤の粘度 η_1 の比(η_2/η_1)が0.4～0.95である請求項1～6何れか記載の素子分離形成方法。

【請求項8】 第二の工程で研磨速度の比(絶縁膜研磨速度/ストッパ膜研磨速度)が5未満の第二の研磨剤を用いてストッパ膜上の絶縁膜を除去する請求項1～4何れか記載の素子分離形成方法。

【請求項9】 第二の工程でエッチング剤を用いる請求項1～4何れか記載の素子分離形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体素子製造法に関し、特に、トレンチ素子分離の形成において工程を短縮可能な素子分離形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 現在の超々大規模集積回路では、実装密度を高める傾向にあり、種々の微細加工技術が研究、開発されている。既に、デザインルールは、サブハーフミ

クロンのオーダーになっている。このような厳しい微細化の要求を満足するために開発されている技術の一つにCMP(ケミカルメカニカルポリッシング)技術がある。この技術は、半導体装置の製造工程において、露光を施す層を完全に平坦化し、露光技術の負担を軽減し、歩留まりを安定させることができるため、例えば、層間絶縁膜の平坦化、トレンチ分離等を行う際に必須となる技術である。

【0003】 従来、半導体装置の製造工程において、プラズマCVD(Chemical Vapor Deposition、化学的蒸着法)、低圧CVD等の方法で形成される酸化珪素絶縁膜等無機絶縁層を平坦化するためのCMP研磨剤として、フュームドシリカ系の研磨剤が一般的に検討されていた。フュームドシリカ系の研磨剤は、シリカ粒子を四塩化珪酸を熱分解する等の方法で粒成長させ、pH調整を行って製造している。しかしながら、このような研磨剤は無機絶縁膜の研磨速度が十分な速度をもたず、実用化には低研磨速度という技術課題があった。

【0004】 デザインルール0.5 μm 以前の世代では、集積回路内の素子分離にLOCOS(シリコン局所酸化)が用いられていた。その後さらに加工速度が微細化すると素子分離幅の狭い技術が要求され、トレンチ分離が用いられた。トレンチ分離では、基板上に成膜した余分の絶縁膜を除くためにCMPが使用され、シリコンウエハの研磨を防止するために、絶縁膜の下にストッパ膜が形成される。絶縁膜には酸化珪素膜などが使用される。ストッパ膜には窒化珪素などが使用され、ストッパ膜で研磨を停止させるためには酸化珪素膜とストッパ膜との研磨速度比が大きいたことが望ましい。一方、ストッパ膜と酸化珪素膜の研磨速度比が大きくない場合にはストッパ膜が完全に除去される前に研磨を終了させる必要が生ずる。この場合には、研磨時間により研磨量が調整される。

【0005】 従来、シリカ系の研磨剤がCMP用に用いられていた。シリカ系研磨剤は研磨速度が遅く、平坦性が悪いという問題点があった。一般に大きなパターンの突起部は研磨されにくいために、これを研磨しようとして長時間研磨を続けると低い部分の研磨が進行しすぎて、トレンチ分離部の絶縁膜がえぐり取られるといった問題があった。これを解決するために、従来から、エッチバックにより大きなパターンを除去したり、表面に窒化珪素等の研磨速度の遅い膜を薄く成膜する等の解決策が検討されてきた。これらはいずれもトレンチ分離形成工程を複雑化するもので、コストの増加につながるという問題があった。

【0006】 一方、フォトマスクやレンズ等のガラス表面研磨剤として、酸化セリウム研磨剤が用いられている。酸化セリウム粒子はシリカ粒子やアルミナ粒子に比べ硬度が低く、したがって、研磨表面に傷が入りにくい

ことから、仕上げ鏡面研磨に有用である。しかしながら、ガラス表面研磨用酸化セリウム研磨剤にはナトリウム塩を含む分散剤を使用しているため、そのまま半導体用研磨剤として適用することはできない。酸化セリウム研磨剤は1%前後の低い濃度で使用されることが多い。基板上の被研磨膜パターンが微細化するとパターン突起部に研磨粒子が作用する時間が短くなって、ほとんどの研磨粒子は突起部からパターンの凹部へと粒子が逃げてしまい、研磨速度が低下するという問題があった。シリカ系研磨剤ではこのような現象は見られないが、これは粒子密度が酸化セリウム系研磨剤の10倍以上あり、粒子の供給が十分あるためと考えられる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、エッチバック工程を設けなくても半導体基板上に素子分離を形成することができる素子分離形成方法を提供することにある。

【0008】本発明の他の目的は、上記の発明に加えて、絶縁膜の段差を小さくできる素子分離形成方法を提供することにある。

【0009】本発明の他の目的は、上記の発明に加えて、さらに絶縁膜の傷を低減できる素子分離形成方法を提供することにある。

【0010】本発明の他の目的は、上記の発明に加えて、絶縁膜の過剰研磨の防止効果をさらに高めた素子分離形成法を提供することにある。

【0011】本発明の他の目的は、上記の発明に加えて、絶縁膜の膜厚ばらつきを低減できる素子分離形成法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、半導体基板上面にストップ膜を形成し、該ストップ膜及び該半導体基板をパターンニングして分離溝を形成し、次いで、該ストップ膜及び分離溝上に段差のある絶縁膜を形成し、続く第一の工程で第一の研磨剤を用いて絶縁膜の段差を0.2 μm 以下に平坦化し、第二の工程で第二の研磨剤またはエッチング剤を用いてストップ膜上の絶縁膜を除去することを特徴とする素子分離形成方法に関する。

【0013】また、本発明は、酸化セリウム、水、分散剤、陰イオン性界面活性剤を含み、pH及び粘度が四角形 A_1 (5.5, 1.0 $\text{mPa} \cdot \text{s}$) - B_1 (5.5, 2.5 $\text{mPa} \cdot \text{s}$) - C_1 (9.0, 2.5 $\text{mPa} \cdot \text{s}$) - D_1 (8.5, 1.0 $\text{mPa} \cdot \text{s}$) で囲まれる範囲にある研磨剤を第一の工程で用いる素子分離形成方法に関する。

【0014】また、本発明は、第二の工程で研磨速度の比(絶縁膜研磨速度/ストップ膜研磨速度)が5以上の研磨剤を用いてストップ膜上の絶縁膜を除去する素子分離形成方法に関する。

【0015】また、本発明は、酸化セリウム、水、分散

剤、陰イオン性界面活性剤を含み、pH及び粘度が四角形 A_2 (5.5, 0.9 $\text{mPa} \cdot \text{s}$) - B_2 (5.5, 3.0 $\text{mPa} \cdot \text{s}$) - C_2 (10.0, 3.0 $\text{mPa} \cdot \text{s}$) - D_2 (9.0, 0.9 $\text{mPa} \cdot \text{s}$) で囲まれる範囲にある研磨剤を用いる素子分離形成方法に関する。

【0016】また、本発明は、第二の研磨剤の粘度 η_2 と第一の研磨剤の粘度 η_1 の比 (η_2/η_1) が0.4 ~ 0.95である素子分離形成方法に関する。

【0017】また、本発明は、第二の工程で研磨速度の比(酸化珪素膜研磨速度/窒化珪素膜研磨速度)が5未満の研磨剤を用いてストップ膜上の絶縁膜を除去する素子分離形成方法に関する。

【0018】また、本発明は、第二の工程でエッチング剤を用いる素子分離形成方法に関する。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明においては、まず、半導体基板上面にストップ膜を形成し、該ストップ膜及び該半導体基板をパターンニングして分離溝を形成し、次いで、該ストップ膜及び分離溝上に段差のある絶縁膜を形成する。トレッチ分離の形成では、通常、パッド酸化膜形成、ストップ膜成膜、ストップ膜パターンニング用マスク形成、エッチングによるトレッチ形成後に、絶縁膜を成膜する。絶縁膜を成膜した直後は深さ0.4から1 μm 程度、幅0.25 μm から100 μm 以上の広範囲の寸法にわたる段差が存在する。本発明においては、続く第一の工程で第一の研磨剤を用いて絶縁膜の段差を0.2 μm 以下に平坦化し、第二の工程で第二の研磨剤またはエッチング剤を用いてストップ膜上の絶縁膜を除去する。半導体基板としては、好ましくはSi基板が用いられ、ストップ膜としては、好ましくは窒化珪素膜が用いられ、絶縁膜としては好ましくは酸化珪素膜が用いられる。

【0020】本発明による素子分離の形成法の一例を図1に示す。Si基板2の上面にストップ(窒化珪素)膜1を形成し、該ストップ膜1及びSi基板2をパターンニングしてトレッチ(分離溝)3を形成した状態が図1(1)である。次いで該ストップ(窒化珪素)膜1及びトレッチ3上に段差のある絶縁膜である被研磨膜4を形成した状態が図1(2)である。この後、第一の工程で段差を小さくとも0.2 μm 以下に平坦化し残留酸化膜5とし、図1(3)の状態にする。残留段差は第一の工程で0.1 μm 以下であると最終段差を小さくできるためにさらに好ましい。

【0021】第一の工程で用いる第一の研磨剤としては酸化セリウム、水、分散剤、陰イオン性界面活性剤を含む研磨剤が好ましい。この研磨剤を用いて研磨を行うことにより、陰イオン性界面活性剤が基板上の絶縁膜表面を覆い、研磨粒子の絶縁膜表面への作用が阻害され、研磨が進行しなくなる。しかし、研磨荷重を大きくすることで機械的応力により、絶縁膜表面を覆った陰イオン性

面活性剤が排除されるために、研磨が進行するようになる。このような作用に起因した研磨速度の研磨荷重依存性に基づき、陰イオン性界面活性剤濃度と研磨荷重を調整することによって、絶縁膜のパターン形状に応じて実効研磨荷重の大きい凸部を選択的に研磨する特性を実現することができる。その結果、高効率、高レベルに層間絶縁膜の平坦化を実現することができる。

【0022】パターン依存性の少ないグローバル平坦化を実現するためには、パターン凹部の研磨速度が凸部の研磨速度に比べて充分小さい研磨特性が得られる範囲で、陰イオン性界面活性剤の添加量及びpHを調整する必要がある。研磨剤の粘度は、 $0.9 \sim 3.0 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の範囲であることが好ましく、 $0.9 \sim 1.4 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の範囲であることがより好ましい。研磨剤の粘度が高くなると、幅1mm以上の広い凸部の研磨速度が幅1mm以下の凸部の研磨速度よりも小さくなる等、被研磨膜のパターン依存性が大きくなる傾向がある。

【0023】本発明における研磨剤の粘度は、研磨剤を25℃に保った状態でウエハロード粘度計により測定した動粘度と浮子比量計により測定した比重から算出する。

【0024】また、研磨剤がpH5.5を超えるると絶縁膜と通常用いられる酸化珪素膜の表面電位がマイナスに増加する。また、pH5.5を超える領域では、ポリアクリル酸アミンニウム塩等の陰イオン性界面活性剤は解離していき、界面活性剤として、陰イオン性界面活性剤を添加することにより、酸化珪素膜の表面電位と陰イオン性界面活性剤の電気的発泡により、研磨速度に適度な荷重依存性が得られる。研磨剤のpHが低いほど、酸化珪素膜表面と陰イオン性界面活性剤との電気的発泡が弱く、より少ない陰イオン性界面活性剤添加量において研磨速度の荷重依存性が見られる。陰イオン性界面活性剤の添加量とともに粘度が増加するために、粘度を $1.0 \sim 1.4 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の範囲内にしてパターン依存性の少ない平坦化特性を実現するためには、界面活性剤を添加した後の研磨剤のpHが5.5～1.0の範囲であることが好ましく、5.5～9の方がより好ましい。pH1.0を超えると、酸化珪素膜表面と陰イオン性界面活性剤の発泡が大きくなり、多量に添加しても研磨速度の荷重依存性が見られない傾向がある。その結果、パターン凸部を選択的に研磨できないために、凸部を選択的に研磨する平坦化特性を実現できない傾向がある。また、pH9を超えるると、凸部を選択的に研磨することが可能な研磨速度の荷重依存性を実現するために必要な界面活性剤添加量が多いために、粘度に粘度が高くなってしまう、パターン依存性の少ないグローバル平坦性を実現できなくなる傾向がある。一方、pH5.5未満では、酸化セリウム粒子が凝集しやすいために安定性がなく、充分な研磨速度も得られなくなる傾向がある。

【0025】本発明における研磨剤のpHは、25℃で

pHメータ（例えば東亜電産（株）製 HM-11）により測定する。

【0026】本発明の研磨剤においてpH及び粘度が四角形A₁（5.5, 1.0 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ）-B₁（5.5, 2.5 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ）-C₁（9.0, 2.5 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ）-D₁（8.5, 1.0 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ）で囲まれる範囲にある研磨剤は、絶縁膜の段差を小さくできる点から好ましい。

【0027】陰イオン性界面活性剤の添加量は、酸化セリウム粒子の濃度、比表面積及び研磨剤のpHに依存する。添加量としては1.5%～10重量%程度とすることが凸部の研磨速度と凹部の研磨速度比が大きくなって好ましい。

【0028】本発明における第一の工程で、研磨定盤の研磨布上に研磨剤を供給しながら、絶縁膜を有する基板を研磨布に押圧した状態で研磨定盤と基板を相対的に動かすことによって絶縁膜を研磨する研磨方法において、絶縁膜を有する基板の研磨布への押しつけ圧力は、主に界面活性剤添加量及びpHによって決定される研磨速度の荷重依存性に応じて、パターン凹部に対し凸部が選択的に研磨される範囲に設定される必要がある。研磨布への押しつけ圧力は、 $10 \sim 100 \text{ kPa}$ であることが好ましく、 $20 \sim 50 \text{ kPa}$ であることがより好ましい。研磨速度のウエハ内均一性及びパターンの平坦性を満足するためには、 $20 \sim 50 \text{ kPa}$ であることがより好ましい。研磨布への押しつけ圧力は、 100 kPa より大きいと研磨キズが発生しやすく、 10 kPa 未満では充分な研磨速度が得られない傾向がある。酸化セリウム研磨剤を用いてパターンウエハを研磨した時の研磨傷数はパターンの無いブランケットウエハを研磨したときよりも多くなる傾向がある。そこで、本発明の第一の工程で段差を小さくすることにより、傷の発生をブランケットウエハと同等のレベルに低減することができ、この時第一の工程で段差を小さくしたときにストッパ膜上の残留絶縁膜（残留酸化膜5）の厚さは50nm以上あれば、第一の工程で発生した傷を第二の工程で除去するために好ましい。

【0029】次いで、本発明の第二の工程で第二の研磨剤またはエッチング剤を用いてストッパ膜1上の絶縁膜（残留酸化膜5）を除去し、素子分離部6を形成し、図1（4）の状態とする。

【0030】さらにエッチングによりストッパ膜1を除去して図1（5）の状態として、素子分離を形成することができる。

【0031】本発明の第二の工程では研磨速度の比（絶縁膜研磨速度/ストッパ膜研磨速度）が5以上の第二の研磨剤を用いてストッパ膜上の絶縁膜を除去する方法を用いることができる。これはストッパ膜で研磨を停止させる場合に好適であり、研磨速度の比が大きいと第二の工程の研磨量が研磨時間に対して鈍感になって管理が容

易となる。研磨速度の比を大きくするためには第二の研磨剤は酸化セリウム、水、分散剤、陰イオン界面活性剤を含み、pH及び粘度が四角形A: (5.5, 0.9 mPa・s) - B: (5.5, 3.0 mPa・s) - C: (10.0, 3.0 mPa・s) - D: (9.0, 0.9 mPa・s) で囲まれる範囲にあることが好ましい。この場合、陰イオン界面活性剤の添加量は酸化セリウム粒子の濃度、比表面積及び研磨剤のpHに依存する。添加量としては0.2〜10重量%が研磨速度比が大きくなって好ましい。第二の研磨剤は第一の研磨剤と異なることが好ましく、また第二の研磨剤中の陰イオン界面活性剤の量を少なくすることが好ましい。また、第二の研磨剤の粘度 η_2 と第一の研磨剤の粘度 η_1 の比(η_2/η_1)は0.4〜0.95の範囲にあると好ましい。研磨速度の比(例えば酸化珪素膜研磨速度/窒化珪素膜研磨速度)が大きくなる原因として、以下のような作用がある。pH 5.5〜8.5の範囲では、ストップパに用いられる窒化珪素膜の表面電位がプラス〜ゼロであるのに対して、絶縁膜に用いられる酸化珪素膜はマイナスである。したがって陰イオン界面活性剤は電気的反発の少ない窒化珪素膜に多く吸着するが、酸化珪素膜は電気的反発力が大きく吸着はほとんど起こらない。多量に吸着した陰イオン界面活性剤は被研磨膜と研磨粒子との相互作用を阻害するために研磨速度を低下させる。窒化珪素膜表面の方が陰イオン界面活性剤に覆われ易くなり、少ない陰イオン界面活性剤添加量で研磨速度が低下する。その結果、酸化珪素膜と窒化珪素膜の研磨速度比が大きくなり、トレンチ分離への適用が可能になる。pHが8.5を超えると、窒化珪素膜の表面電位がマイナス側になり、酸化珪素膜との表面電位差が小さくなるために、研磨速度比が低減してしまう。特にpHが10.0以上では、研磨速度比が陰イオン界面活性剤を添加しない酸化セリウム研磨剤よりも小さくなってしまい、界面活性剤を添加する効果がなくなる傾向にある。

【0032】また、本発明の第二の工程で研磨速度の比(絶縁膜研磨速度/ストップパ膜研磨速度)が5未満の第二の研磨剤を用いてストップパ膜上の絶縁膜を除去する方法も用いることができる。この場合でも第二の研磨剤は第一の工程に用いる第一の研磨剤とは異なることが好ましい。一旦段差が平坦化された後に、研磨速度の比を小さくした研磨剤で絶縁膜とストップパ膜をほぼ等しい速度で研磨すると膜厚ばらつきを低減することができる。この時、研磨時間を制御することで研磨量の変動を抑える必要がある。

【0033】本発明の第二の工程で被研磨膜を除去する他の方法としてエッチング剤を用いることができる。この場合のエッチング法は、乾式(ドライ)、湿式(ウェット)ともに使用できる。エッチング剤としては絶縁膜をエッチングできる材料であり特に制限はなく、フッ素化炭素ガス(C₂F₆、C₂F₈、C₂F₄他)、フッ化水

素酸等が使用できる。

【0034】本発明で第一の工程または第二の工程で用いられる研磨剤は、例えば、酸化セリウム粒子と分散剤と水からなる組成物を分散させ、さらに好ましくは生分解性を有する陰イオン界面活性剤を添加することによって得られる。

【0035】一般に酸化セリウムは、炭酸塩、硝酸塩、硫酸塩、しゅう酸塩のセリウム化合物を酸化することによって得られる。TEOS-CVD法等で形成される酸化珪素膜の研磨に使用する酸化セリウム研磨剤は、一次粒子径が大きく、かつ結晶ひずみが少ないほど、すなわち結晶性が良いほど高速研磨が可能であるが、研磨傷が入りやすい傾向がある。そこで、本発明で用いる酸化セリウム粒子は、その製造方法を限定するものではないが、酸化セリウム結晶粒子径は5nm以上300nm以下であることが好ましい。また、半導体チップ研磨に使用することから、アルカリ金属及びハロゲン塩の含有率は酸化セリウム粒子中それぞれ10ppm以下に抑えることが好ましい。酸化セリウム粒子を製する方法として焼成または過酸化水素等による酸化法が使用できる。焼成温度は350℃以上900℃以下が好ましい。

【0036】上記の方法により製造された酸化セリウム粒子は凝集しているため、機械的に粉砕することが好ましい。粉砕方法として、ジェットミルによる乾式粉砕や遊星ビーズミル等による湿式粉砕方法が好ましい。

【0037】酸化セリウム粒子の濃度に制限はないが、分散液の取り扱いやすさから0.5重量%以上20重量%以下の範囲が好ましい。また、分散剤としては、半導体チップ研磨に使用することから、ナトリウムイオン、カリウムイオン等のアルカリ金属及びハロゲン塩の含有率はそれぞれ10ppm以下に抑えることが好ましく、例えば、共重合成分としてアクリル酸アンモニウム塩を含む高分散剤が好ましい。この高分散剤は水溶性陰イオン界面活性剤でもある。分散剤として共重合成分としてアクリル酸アンモニウム塩を含む高分散剤と水溶性陰イオン界面活性剤、水溶性非イオン界面活性剤、水溶性陽イオン界面活性剤及び水溶性非界面活性剤から選ばれた少なくとも1種類を含む2種類以上の分散剤を使用してもよい。

【0038】水溶性陰イオン界面活性剤としては、例えば、ラウリル硫酸アンモニウム、ポリオキシエチレンアルキルエーテル硫酸トリエタノールアミン、特殊ポリカルボキシ型高分子界面活性剤等が挙げられ、水溶性非イオン界面活性剤としては、例えば、ポリオキシエチレンラウリルエーテル、ポリオキシエチレンステアリルエーテル、ポリオキシエチレンオレイルエーテル、ポリオキシエチレン高級アルコールエーテル、ポリオキシエチレンオクチルフェニルエーテル、ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル、ポリオキシアルキルエーテル、ポリオキシエチレン誘導体、ポリオキシエ

チレンソルビタンモノラウレート、ポリオキシエチレンソルビタンモノパルミテート、ポリオキシエチレンソルビタンモノステアレート、ポリオキシエチレンソルビタントリステアレート、ポリオキシエチレンソルビタンモノオレエート、ポリオキシエチレンソルビタントリオレエート、テトラオレイン酸ポリオキシエチレンソルビエート、ポリエチレングリコールモノラウレート、ポリエチレングリコールモノステアレート、ポリエチレングリコールジステアレート、ポリエチレングリコールモノオレエート、ポリオキシエチレンアルキルアミン、ポリオキシエチレン硬化ヒマシ油、アルキルアルカノールアミド等が挙げられ、水溶性陰イオン性界面活性剤としては、例えば、ココナットアミンアセテート、ステアリルアミンアセテート等が挙げられ、水溶性両性界面活性剤としては、例えば、ラウリルベタイン、ステアリルベタイン、ラウリルジメチルアミノオキサイド、2-アルキル-N-カルボキシメチル-N-ヒドロキシエチルイミダゾリニウムベタイン等が挙げられる。

【0039】これらの分散剤添加量は、スラリー中の粒子の分散性及び沈降防止、さらに研磨傷と分散剤添加量との関係から酸化セリウム粒子100重量部に対して、0.01重量部以上2.0重量部以下の範囲が好ましく、1.000~1.0、0.00がより好ましい。分散剤の分子量が100未満の場合は、酸化珪素膜あるいは窒化珪素膜を研磨するときに、十分な研磨速度が得られず、分散剤の分子量が50、000を越えた場合は、粘度が高くなり、CMP研磨剤の保存安定性が低下するからである。

【0040】これらの酸化セリウム粒子を水中に分散させる方法としては、通常の攪拌機による分散処理の他にホモジナイザー、超音波分散機、湿式ボールミルなどを用いることができる。

【0041】こうして作製されたCMP研磨剤中の酸化セリウム粒子の平均粒径は、0.01 μ m~1.0 μ mであることが好ましい。酸化セリウム粒子の平均粒径が0.01 μ m未満であると研磨速度が低くなり、1.0 μ mを越えると研磨する膜に傷がつきやすくなる傾向があるからである。本発明で研磨剤中の粒子の粒径は、レーザー回折式粒度分布計（たとえばMalvern Instruments製Master Size r）で測定する。

【0042】本発明の第一の工程で用いられる陰イオン性界面活性剤としては、金属イオンを含まないものとして、アクリル酸またはメタクリル酸共重合体及びそのアンモニウム塩またはトリエタノールアミン塩、ポリビニルアルコール等の水溶性の有機高分子類、ラウリル硫酸アンモニウム、ポリオキシエチレンラウリルエーテル硫酸アンモニウム等を使用することができる。また、その他に水溶性非イオン性界面活性剤、水溶性陰イオン性

界面活性剤、水溶性陽イオン性界面活性剤等を併用してもよい。陰イオン性界面活性剤の分子量は、100~50000が好ましく、2000~20000がより好ましい。界面活性剤の添加方法としては、研磨直前に酸化セリウムスラリーに混合するのが好ましい。研磨装置のスラリー供給配管内で充分混合するような構造を施した場合には、酸化セリウムスラリー及び界面活性剤水溶液の供給速度を個別に調整し、配管内で所定濃度になるように混合することも可能である。界面活性剤添加後に長時間保存した場合、酸化セリウム研磨剤の粒度分布が変化する可能性があるが、研磨速度及び研磨傷等の研磨特性には顕著な影響が見られないため、界面活性剤の添加方法に制限はない。

【0043】本発明の第二の工程で用いられる陰イオン性界面活性剤としては、金属イオンを含まないものとして、アクリル酸またはメタクリル酸共重合体及びそのアンモニウム塩またはトリエタノールアミン塩、ポリビニルアルコール等の水溶性の有機高分子類、ラウリル硫酸アンモニウム、ポリオキシエチレンラウリルエーテル硫酸アンモニウム、アミノ酸誘導体等を使用することができる。また、その他に水溶性非イオン性界面活性剤、水溶性陰イオン性界面活性剤、アルキルベンゼンスルホン酸等を使用することができ、水溶性陽イオン性界面活性剤等を併用してもよい。陰イオン性界面活性剤の分子量は、100~50000が好ましい。界面活性剤の添加方法としては、研磨直前に酸化セリウムスラリーに混合するのが好ましい。研磨装置のスラリー供給配管内で充分混合するような構造を施した場合には、酸化セリウムスラリー及び界面活性剤水溶液の供給速度を個別に調整し、配管内で所定濃度になるように混合することも可能である。界面活性剤添加後に長時間保存した場合、酸化セリウム研磨剤の粒度分布が変化する可能性があるが、研磨速度及び研磨傷等の研磨特性には顕著な影響が見られないため、界面活性剤の添加方法に制限はない。

【0044】なお、第一の工程又は第二の工程における陰イオン性界面活性剤の好ましい量は、分散剤として陰イオン性界面活性剤を用いた場合はその量を含むものである。

【0045】本発明の素子分離形成方法で用いられる絶縁膜及びストッパ膜の作製方法として、低圧CVD法、プラズマCVD法等が挙げられる。これらのCVD法で用いられる原料には、Si源としてモノシラン：SiH₄、テトラエトキシシラン：(TEOS)等、酸素源として酸素：O₂、オゾン：O₃等を用いる。同様に、低圧CVD法による窒化珪素膜形成は、Si源としてジクロルシラン：SiH₂Cl₂等、窒素源としてアンモニア：NH₃等を用いる。

【0046】本発明においては、基板として半導体基板を用いて、これにトレンチ素子分離を形成することができ、トレンチ素子分離に使用する研磨装置としては、

半導体基板を保持するホルダーと研磨布（パッド）を貼り付けた（回転数が変更可能なモータ等を取り付けてある）定盤を有する一般的な研磨装置を使用できる。研磨布としては、一般的な不織布、発泡ポリウレタン、多孔質フッ素樹脂などが使用でき、特に制限がない。また、研磨布にはCMP研磨剤がたまるような溝加工を施すことが好ましい。研磨条件には制限はないが、定盤の回転速度は半導体基板が飛び出さないように200rpm以下の低回転が好ましく、半導体基板にかける圧力は研磨後に傷が発生しないように100kPa以下が好ましい。研磨している間、研磨布には研磨剤をポンプ等で連続的に供給する。この供給量には制限はないが、研磨布の表面が常に研磨剤で覆われていることが好ましい。

【0047】研磨終了後の半導体基板は、流水中で良く洗浄後、スピンドライ等を用いて半導体基板上に付着した水滴を払い落としてから乾燥させることが好ましい。このようにして平坦化された成中船体を形成したあと、絶縁膜層の上に、配線を形成し、その配線間及び配線の上に再度、絶縁膜を形成後、上記CMP研磨剤を用いて研磨することによって、絶縁膜表面の凹凸を解消し、半導体基板全面にわたって平滑面とする。この工程を所定数繰り返すことにより、所望の層数の半導体を製造する。

【0048】図2は従来の素子分離形成法を示す。図2（1）と図2（2）は、図1（1）と図2（2）と同じ工程であり、図2（3）は図2（2）の状態とした後に、凸部にある被研磨膜4の一部をエッチバックして除去した状態であり、この後CPMにより凸部の被研磨膜4を除去して図2（4）の状態とし、エッチングしてストップパ膜1を除去して図2（5）の素子分離を得る。図2（2）の状態から図2（3）の状態に至るには、レジスト塗布、露光、レジスト（未硬化部）除去という工程が必要であり、工程が長くなるという欠点を有している。

【0049】

【実施例】次に、実施例により本発明を詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0050】実施例

（酸化セリウム粒子の作製1）炭酸セリウム水和物2kgを白金製容器に入れ、700℃で2時間真空中で焼成することにより黄白色の粉末を約1kg得た。この粉末をX線回折法で精製を行なったところ酸化セリウムであることを確認した。酸化セリウム粉末が10重量%になるように脱イオン水と混合し、横型湿式超微粉分散粉砕機を用いて1400rpmで120分間粉砕処理をした。得られた研液を110℃で3時間乾燥することにより酸化セリウム粒子を得た。この酸化セリウム粒子は、透過型電子顕微鏡による観察から粒子径が5nm～60nmであること、さらにBET法による比表面積測定の結果が39.5m²/gであることがわかった。

【0051】（酸化セリウムスラリーの作製1）上記酸

化セリウム粒子の作製1で作製した酸化セリウム粒子125gとアクリル酸とアクリル酸メチルを3:1（モル比）で共重合した分子量10,000（分子量はゲルパーミエーションクロマトグラフィーによる標準ポリスチレン換算重量平均分子量である。）のポリアクリル酸アンモニウム塩水溶液（40重量%）3gと脱イオン水2372gを混合し、攪拌をしながら超音波分散を行った。超音波周波数は40kHzで、分散時間10分で分散を行った。得られたスラリーを2ミクロンフィルターでろ過し、さらに脱イオン水を加えることにより2重量%の酸化セリウムスラリー（A-1）を得た。酸化セリウムスラリー（A-1）のpHは8.5であった。酸化セリウムスラリー（A-1）の粒度分布をレーザー回折式粒度分布計で調べたところ、平均粒子径が0.20μmと小さいことがわかった。また、1.0μm以下の粒子が93.0重量%であった。

【0052】（陰イオン性界面活性剤液の作製1）分子量5000のポリアクリル酸アンモニウム塩（アクリル酸アンモニウム塩95mol%、アクリル酸メチル5mol%）40重量%水溶液600gと脱イオン水1800gを混合し陰イオン性界面活性剤液（B-1）とした。陰イオン性界面活性剤液（B-1）のpHは7.0であった。

【0053】（陰イオン性界面活性剤液の作製3）分子量5000のポリアクリル酸アンモニウム塩共重合体（アクリル酸アンモニウム塩75mol%、アクリル酸メチル25mol%）40重量%水溶液200gと脱イオン水3800gを混合し陰イオン性界面活性剤液（C-1）とした。陰イオン性界面活性剤液（C-1）のpHは7.0であった。

【0054】（素子分離の形成1—基板のパターンニング）p型Si基板に図3及び図4に示すようなテストパターンを直径150mmのシリコンウエハに形成した。パッド酸化膜（熱酸化膜）10nm（図示せず）、パッド酸化膜の上に窒化珪素からなるストップパ膜15（LP-CVD膜）を厚さT1が100nmとなるように成膜し、素子分離部深さT3が500nmとなるようにエッチングした。凸部11の幅Xは0.35～100μmとし、素子分離部の幅YはXの1.5倍とした。さらに厚さT2が800nmの酸化珪素膜をプラズマCVD法で成膜した。

【0055】（素子分離の形成1—第一の工程）多孔質ウレタン樹脂製の研磨パッドを貼り付けた定盤上に、基板取り付け用の吸着パッドを貼り付けたホルダーに前記（素子分離の形成1—基板のパターンニング）で作製したパターン付きシリコンウエハを酸化珪素膜面を下にしてセットし、研磨荷重が30kPaになるように重りをのせた。定盤上に上記の酸化セリウムスラリー（A-1）（固形分：2重量%）と陰イオン性界面活性剤液（B-1）を各々25ml/minの速度で送り、定盤

の直前で 1 液の研磨剤になるようにノズルを調節して滴下しながら、定盤を 40 rpm で 2 分間回転させ、絶縁膜を研磨した。滴下した研磨剤の pH は 7.5、粘度は 1.9 mPa・s であった。研磨後ウエハをホルダーから取り外して、流水で良く洗浄後、超音波洗浄機によりさらに 2 分間洗浄した。洗浄後、スピンドライヤーで水滴を除去し、120℃の乾燥機で 10 分間乾燥させた。光干渉式膜厚測定装置を用いて、研磨前後の膜厚変化を測定した。また、触針式段差計を用いて段差を測定した。ここで用いた段差計の水平方向分解能は 10 μm のため、10 μm 以下の密集した微細パターンについては微細パターンの密集部とその周辺部の幅 20 μm 以上の素子分離部との段差を測定した。さらに、ウエハ破断面の走査型電子顕微鏡写真を撮影し、微細パターンの段差を評価した。

【0056】(素子分離の形成 1—第二の工程) 前記

(素子分離の形成 1—第一の工程) で研磨したパターン付きシリコンウエハ基板を、陰イオン性界面活性剤 (B-1) に代えて陰イオン性界面活性剤 (C-1) を用いた他は(素子分離の形成 1—第一の工程)と同様にして 1 分間研磨した。上記の研磨終了後にプラズマ CVD 酸化珪素膜付きプランケットウエハ及び低圧 CVD 窒化珪素膜付きプランケットウエハをそれぞれ 1 分間ずつ研磨した。滴下した研磨剤の pH は 7.3、粘度は 1.2 mPa・s であった。研磨後ウエハをホルダーから取り外して、流水で良く洗浄後、超音波洗浄機によりさらに 2 分間洗浄した。洗浄後、スピンドライヤーで水滴を除去し、120℃の乾燥機で 10 分間乾燥させた。光干渉式膜厚測定装置を用いて、研磨前後の膜厚変化を測定した。また、パターン付きシリコンウエハについては触針式段差計を用いて段差を測定した。ここで用いた段差計の水平方向分解能は 10 μm のため、10 μm 以下の密集した微細パターンについては微細パターンの密集部とその周辺部の幅 20 μm 以上の素子分離部との段差を測定した。さらに、ウエハ破断面の走査型電子顕微鏡写真を撮影し、微細パターンの段差を評価した。また、水銀灯の光源下での目視観察では絶縁膜表面に傷はみれなかった。

【0057】(酸化セリウム粒子の作製 2) 炭酸セリウム水和物 2 kg を白金製容器に入れ、780℃で 2 時間空気中で焼成することにより黄白色の粉末を約 1 kg 得た。この粉末を X 線回折法で相同定を行ったところ酸化セリウムであることを確認した。酸化セリウム粉末 1 kg をジェットミルを用いて乾式粉碎を行った。この酸化セリウム粒子は、透過型電子顕微鏡による観察から粒子径が 5 nm ~ 450 nm であること、さらに BET 法による比表面積測定の結果、 $19 \text{ m}^2/\text{g}$ であることがわかった。

【0058】(酸化セリウムスラリーの作製 2) 酸化セリウム粒子の作製 1 で作製した酸化セリウム粒子の代

りに酸化セリウム粒子の作製 2 で作製した酸化セリウム粒子を使用した以外は(酸化セリウムスラリーの作製 1)と同様の方法で酸化セリウムスラリー (A-2) を作製した。この酸化セリウムスラリー (A-2) の pH は 8.7 であった。酸化セリウムスラリー (A-2) の粒度分布をレーザ回折式粒度分布計で調べたところ、平均粒子径が 0.21 μm と小さくことがわかった。また、1.0 μm 以下の粒子が 92.0% であった。

【0059】(陰イオン性界面活性剤液の作製 2) 分子量 5000 のポリアクリル酸アンモニウム塩共重合体 (アクリル酸アンモニウム塩 100 mol%、アクリル酸メチル 0 mol%) 40 重量%水溶液 240 g と脱イオン水 2160 g を混合し陰イオン性界面活性剤液 (B-2) とした。陰イオン性界面活性剤液 (B-2) の pH は 6.5 であった。

【0060】(素子分離の形成 2—基板のパターンニング) p 型 Si 基板に図 3 及び図 4 に示すようなテストパターンを直径 150 mm のシリコンウエハに形成した。パッド酸化膜 (熱酸化物膜) 10 nm (図示せず)、パッド酸化膜の上に窒化珪素からなるストッパ膜 15 (LP-CVD 膜) を厚さ T_1 が 100 nm となるように成膜し、素子分離部深さ T_2 を 500 nm となるようにエッチングした。凸部 11 の幅 X は 0.35 ~ 100 μm とし、素子分離部の幅 Y は X の 1.5 倍とした。さらに厚さ T_3 が 800 nm の酸化珪素膜をプラズマ CVD 法で成膜した。

【0061】(素子分離の形成 2—第一の工程) 多孔質ウレタン樹脂製の研磨パッドを貼りつけた定盤上に、基板取り付け用の吸着パッドを貼り付けたホルダーに前記(素子分離の形成 2—基板のパターンニング)で作製したパターン付きシリコンウエハを酸化珪素膜面を下にしてセットし、研磨荷重が 30 kPa になるように重りをのせた。定盤上に上記の酸化セリウムスラリー (A-2) (固分: 2 重量%) と陰イオン性界面活性剤液 (B-2) を各々 25 ml/min の速度で送り、定盤の直前で 1 液の研磨剤になるようにノズルを調節して滴下しながら、定盤を 40 rpm で 2 分間回転させ、絶縁膜を研磨した。滴下した研磨剤の pH は 7.0、粘度は 1.4 mPa・s であった。研磨後ウエハをホルダーから取り外して、流水で良く洗浄後、超音波洗浄機によりさらに 2 分間洗浄した。洗浄後、スピンドライヤーで水滴を除去し、120℃の乾燥機で 10 分間乾燥させた。光干渉式膜厚測定装置を用いて、研磨前後の膜厚変化を測定した。また、触針式段差計を用いて段差を測定した。ここで用いた段差計の水平方向分解能は 10 μm のため、10 μm 以下の密集した微細パターンについては微細パターンの密集部とその周辺部の幅 20 μm 以上の素子分離部との段差を測定した。さらに、ウエハ破断面の走査型電子顕微鏡写真を撮影し、微細パターンの段差を評価した。

【0062】(素子分離の形成2—第二の工程)前記(素子分離の形成2—第一の工程)で研磨したパターン付きシリコンウエハを、陰イオン性界面活性剤(B—2)に代えて陰イオン性界面活性剤(C—1)を用いた他は(素子分離の形成1—第一の工程)と同様にして1分間研磨した。上記の研磨終了後にプラズマCVD酸化珪素膜付きブランケットウエハ及び低圧CVD窒化珪素膜付きブランケットウエハをそれぞれ1分間ずつ研磨した。上記の研磨終了後にプラズマCVD酸化珪素膜付きブランケットウエハ及び低圧CVD窒化珪素膜付きブランケットウエハをそれぞれ1分間ずつ研磨した。滴下した研磨剤のpHは7.3、粘度は1.2 mPa・sであった。研磨後ウエハをホルダーから取り外して、流水で良く洗浄後、超音波洗浄機によりさらに20分間洗浄した。洗浄後、スピンドライヤーで水滴を除去し、120℃の乾燥機で10分間乾燥させた。光干渉式膜厚測定装置を用いて、研磨前後の膜厚変化を測定した。また、パターン付きシリコンウエハについては触針式段差計を用いて段差を測定した。ここで用いた段差計の水平方向分解能は10 μmのため、10 μm以下の密集した微細パターンについては微細パターンの密集部とその周辺部の幅20 μm以上の素子分離部との段差を測定した。さらに、ウエハ破断面の走査型電子顕微鏡写真を撮影し、微細パターン上の段差を評価した。また、水銀灯の光源下での目視観察では絶縁膜表面に傷はみられなかった。

【0063】(素子分離の形成3—基板のパターンニング)素子分離の形成1と全く同様にしてパターン付きウエハを作製した。

【0064】(素子分離の形成3—第一の工程)素子分離の形成1と全く同様にして第一の工程を行った。

【0065】(素子分離の形成3—第二の工程)前記(素子分離の形成3—第一の工程)で研磨したパターン付きシリコンウエハを、陰イオン性界面活性剤(B—1)に代えた脱イオン水を用いた他は(素子分離の形成1—第一の工程)と同様にして1分間研磨した。上記の研磨終了後にプラズマCVD酸化珪素膜付きブランケットウエハ及び低圧CVD窒化珪素膜付きブランケットウエハをそれぞれ1分間ずつ研磨した。滴下した研磨剤のpHは8.3、粘度は0.9 mPa・sであった。研磨後ウエハをホルダーから取り外して、流水で良く洗浄後、超音波洗浄機によりさらに20分間洗浄した。洗浄後、スピンドライヤーで水滴を除去し、120℃の乾燥機で10分間乾燥させた。光干渉式膜厚測定装置を用いて、研磨前後の膜厚変化を測定した。また、パターン付きシリコンウエハについては触針式段差計を用いて段差を測定した。ここで用いた段差計の水平方向分解能は10 μmのため、10 μm以下の密集した微細パターンについては微細パターンの密集部とその周辺部の幅20 μm以上の素子分離部との段差を測定した。さらに、ウエハ破断面の走査型電子顕微鏡写真を撮影し、微細パター

ンの段差を評価した。また、水銀灯の光源下での目視観察では絶縁膜表面に傷はみられなかった。

【0066】(素子分離の形成4—第二の工程)前記(素子分離の形成3—第一の工程)で研磨したパターン付きシリコンウエハを、2%フッ化水素酸水溶液中に20分間浸漬して残留酸化珪素膜をエッチングした。エッチング後ウエハをホルダーから取り外して、流水で良く洗浄後、超音波洗浄機によりさらに20分間洗浄した。洗浄後、スピンドライヤーで水滴を除去し、120℃の乾燥機で10分間乾燥させた。光干渉式膜厚測定装置を用いて、研磨前後の膜厚変化を測定した。また、パターン付きシリコンウエハについては触針式段差計を用いて段差を測定した。ここで用いた段差計の水平方向分解能は10 μmのため、10 μm以下の密集した微細パターンについては微細パターンの密集部とその周辺部の幅20 μm以上の素子分離部との段差を測定した。さらに、ウエハ破断面の走査型電子顕微鏡写真を撮影し、微細パターン上の段差を評価した。また、水銀灯の光源下での目視観察では絶縁膜表面に傷はみられなかった。

【0067】比較例

(素子分離の形成5)多孔質ウレタン樹脂製の研磨パッドを貼りつけた定盤上に、基板取り付け用の吸着パッドを貼り付けたホルダーに実施例(素子分離の形成1—基板のパターンニング)で作製したものと同様のパターン付きシリコンウエハを酸化珪素膜面に下にしてセットし、研磨荷重が30 kPaになるように重りをのせた。定盤上に市販シリカ研磨剤(SiO₂粒子濃度12.5重量%)を50 ml/minの速度で送って滴下しながら、定盤を40 rpmで8分間回転させ、絶縁膜を研磨した。上記の研磨終了後にプラズマCVD酸化珪素膜付きブランケットウエハ及び低圧CVD窒化珪素膜付きブランケットウエハをそれぞれ1分間ずつ研磨した。滴下した市販シリカ研磨剤のpHは10.3、粘度は8 mPa・sであった。研磨後ウエハをホルダーから取り外して、流水で良く洗浄後、超音波洗浄機によりさらに20分間洗浄した。洗浄後、スピンドライヤーで水滴を除去し、120℃の乾燥機で10分間乾燥させた。光干渉式膜厚測定装置を用いて、研磨前後の膜厚変化を測定した。膜厚測定から幅20 μmのステップ膜上には絶縁膜は残留していないことを確認した。また、触針式段差計を用いて段差を測定した。ここで用いた段差計の水平方向分解能は10 μmのため、10 μm以下の密集した微細パターンについては微細パターンの密集部とその周辺部の幅20 μm以上の素子分離部との段差を測定した。さらに、ウエハ破断面の走査型電子顕微鏡写真を撮影し、微細パターン上の段差を評価した。また、水銀灯の光源下での目視観察では絶縁膜表面に傷はみられなかった。

【0068】表1に本発明による素子分離形成方法を適用した場合及び比較例による場合の膜厚、及び段差の測

定結果を示す(単位nm)。

*【表1】

【0069】

*

評価項目			実施例				比較例
			素子分離 の形成1	素子分離 の形成2	素子分離 の形成3	素子分離 の形成4	素子分離 の形成5
研 磨 前	X = 100 μ m	絶縁膜厚 (ストップ膜上)	800	800	800	800	800
		(素子分離部)	800	800	800	800	800
		ストップ膜厚	100	100	100	100	100
		段差	500	500	500	500	500
	X = 0.35 μ m	絶縁膜厚 (ストップ膜上)	800	800	800	800	800
		(素子分離部)	800	800	800	800	800
		ストップ膜厚	100	100	100	100	100
		段差	350	350	350	350	350
	第一 工 程	絶縁膜厚 (ストップ膜上)	200	160	160	160	—
		段差	40	35	35	35	—
		絶縁膜厚 (ストップ膜上)	240	190	190	190	—
		段差	45	38	38	38	—
第二 工 程	X = 100 μ m	ストップ膜厚	85	75	64	100	86
		段差	40	40	30	30	190
	X = 0.35 μ m	ストップ膜厚	65	60	60	100	20
		段差	20	25	35	40	10
	ブランケット 研磨量	酸化珪素膜	230	230	250	—	70
		窒化珪素膜	2.5	2.3	60	—	30
	研磨速度の比(酸化珪素膜研磨速度 /窒化珪素膜研磨速度)		92	100	4.2	—	2.3

表1に示したように、本発明による素子分離形成法では最終段差は50nm以下と小さく、しかもストップ膜厚のぼらつきも小さい。トレンチ素子分離では最終段差が小さく、ストップ膜厚ぼらつきの小さいことが望ましいので、本発明は素子分離の形成に好ましい。比較例ではCMPに広く用いられているシリカ研磨剤で通常の一段研磨により素子分離構造を作製した結果を示した。比較例ではストップ膜厚のぼらつきが本発明による結果よりも大きく、また段差のパターンサイズ依存性大きい。

【0070】

【発明の効果】本発明により、エッチバック工程を設けなくても、簡単な工程により半導体素子分離を形成することができる。

【0071】また、本発明により、絶縁膜の傷を低減でき、また絶縁膜の膜厚ぼらつきを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明による素子分離形成法を示す。

【図2】図2は従来の素子分離形成法を示す。

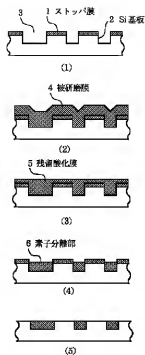
【図3】図3はテストパターンの平面図を示す。

【図4】図4はテストパターンの断面図を示す。

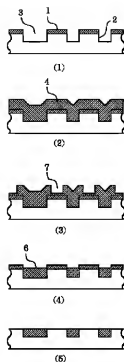
【符号の説明】

- 1 ストップ(窒化珪素)膜
- 2 Si基板
- 3 トレンチ
- 4 被研磨膜
- 5 残留酸化膜
- 6 素子分離部
- 7 エッチバック部
- 11 凸部
- 12 凹部
- 13 素子分離部
- 14 酸化珪素膜
- 15 ストップ(窒化珪素)膜
- 16 Si基板
- T₁ 窒化珪素膜厚(1000Å)
- T₂ 酸化珪素膜厚(8000Å)
- T₃ 素子分離部深さ(5000Å)
- X 凸部幅(0.35~100 μ m)
- Y 素子分離部幅(1.5X)

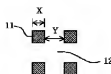
【図1】



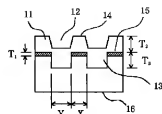
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 赤堀 聡彦
茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化
成工業株式会社茨城研究所内
(72)発明者 倉田 靖
茨城県つくば市和台48番 日立化成工業株
式会社筑波開発研究所内

(72)発明者 大槻 裕人
茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化
成工業株式会社山崎工場内
Fターム(参考) 5F032 AA35 AA44 AA77 DA03 DA04
DA24 DA33 DA78